
УДК 574.5:001.5(28)

В. Д. Романенко, М. И. Кузьменко

**НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ В. И. ВЕРНАДСКОГО И
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
ПРИРОДНЫХ ВОД**

Приведен краткий анализ учения В. И. Вернадского о природных водах, живом веществе, биосфере и её эволюционном переходе в ноосферу, составляющего основу современного научного мировоззрения. Обосновывается актуальность системных гидроэкологических исследований континентальных водоёмов и Мирового океана.

Ключевые слова: В. И. Вернадский, природные воды, живое вещество, биосфера, эволюция, ноосфера, гидроэкология.

12 марта 2013 года исполнилось 150 лет со дня рождения гениального ученого, мыслителя и организатора науки, первого президента Украинской Академии наук Владимира Ивановича Вернадского (12.03.1863—06.01.1945), жизнь и деятельность которого являются уникальным вкладом в мировую науку, культуру и развитие современной цивилизации.

Труды В. И. Вернадского охватывают минералогию, кристаллографию, биогеохимию, радиогеологию, почвоведение, историю научной мысли. Его учение о биосфере изменило ход развития естествознания и составляет основу современного научно-естественного мировоззрения. Непреходящее огромное значение сохраняют труды В. И. Вернадского, посвящённые природным водам, гидросфере и её жизни.

В 1922—1923 гг. В. И. Вернадский в Париже на лекциях в Сорбонне подчеркивал, что в основе становления биосферы лежат биогеохимические явления, и эта научно-мировоззренческая идея была использована французским математиком и философом Эдуардом Леруа, который в 1927 г. ввел понятие ноосферы [11].

В середине 1930-х годов В. И. Вернадский привнес в учение о биосфере эволюционный подход. Вершиной научного творчества В. И. Вернадского является разработанное им учение о биосфере Земли и неизбежности ее эволюционного перехода в сферу человеческого разума. Для названия будущего этапа развития биосферы В. И. Вернадский принял предложенный Э. Леруа термин «ноосфера» и в итоге создал признанную во всем мире

© В. Д. Романенко, М. И. Кузьменко, 2013

концепцию биосферы и её важнейший раздел — учение о переходе биосферы в ноосферу [33].

Выдающийся геохимик А. Е. Ферсман глобальные негативные антропогенные воздействия на окружающую природную среду назвал техногенезом, а части биосферы, атмосферы, гидросферы и литосферы, испытывающие техногенное воздействие, — техносферой. Развитие современного общества в условиях техногенеза вступает в противоречие с перспективой гармоничного развития биосферы планеты Земля. В этой связи назрела необходимость усовершенствования стратегии охраны окружающей среды, особенно в области использования континентальных водоёмов и Мирового океана — ключевых звеньев в функционировании биосферы Земли [1—3, 27, 29, 30, 32].

Учение В. И. Вернадского о природных водах

Важным положением учения В. И. Вернадского о природных водах [4—7] является их единство. Согласно его взглядам, процессы, происходящие в одних водных объектах, так или иначе отражаются на других. И сегодня не подлежит сомнению утверждение, согласно которому природные воды в различных формах — глетчерного льда, океана, реки, почвенного раствора, гейзера, минерального источника — прямо или косвенно связаны между собой, с земной атмосферой и с живым веществом. Легкость перехода воды из одного физического состояния в другое (жидкое, газообразное, твердое) является важнейшим свойством, определяющим единство природных вод. Легко изменяя химическое и физическое состояние (капельно-жидкое, пленочное, в виде пара), вода пронизывает земную кору.

В. И. Вернадский рассматривал природные воды во всех проявлениях как минералы, играющие важную роль в формировании Земли. С химической точки зрения природные воды представляют чрезвычайно сложную систему. По утверждению В. И. Вернадского, абсолютно нерастворимых в воде тел нет, следовательно все природные воды являются растворами. В зависимости от концентрации солей природные воды условно делятся на четыре больших класса: пресные, солоноватые, соленые и рассольные. В. И. Вернадский разработал сложную классификацию природных вод и выделил воды, возникновение и существование которых обязано исключительно деятельности человека, как например: ирригационные искусственные воды, реки, изменённые городской и заводской культурой, рудничные стоячие воды и др.

В Мировом океане основная часть воды содержится в жидком состоянии. В. И. Вернадский впервые установил диссиметричность земной коры относительно вод суши и океана, и хотя воды суши составляют лишь тысячные доли вод океана, их значение в биосфере огромно. Для наземных и подземных вод характерны многообразие водных растворов, исключительная подвижность и физико-химическая активность. Континентальные воды, вливаясь в океаны, обеспечивают обмен химическими веществами между сушей и океаном. В земной коре вода содержится во всех трех агрегатных состояниях и постоянно переходит из одного состояния в другое. Испаре-

ние воды с поверхности Мирового океана, её дальнейшее перемещение в атмосфере и выпадение в виде атмосферных осадков на поверхность суши оказывают существенное влияние на режим континентальных вод.

В. И. Вернадский и его последователь А. П. Виноградов [12] расширили и углубили представления о геохимии океанов, о важности изучения элементов, рассеянных в океане и играющих важную роль в биологических процессах, в частности йода, брома, железа, марганца и фосфора. Этими исследователями Мировой океан представляется как резко обособленная химическая область, которая охватывает большую часть биосферы. В морской воде происходит огромное количество самых разнообразных химических и физико-химических процессов, динамическое равновесие которых непрерывно может как нарушаться, так и быстро восстанавливаться [1].

Особенностью химического состава гидросферы является то, что она беднее радиоактивными элементами, чем горные породы. Особыми центрами изменения растворов природных вод являются содержащиеся в них радиоактивные элементы — уран, радий, радон и другие, при распаде которых высвобождается такое количество энергии, которое порой может разрушать молекулы воды.

Антропогенное влияние на реки, озера, прибрежные морские образования, почвенные растворы постоянно усиливается. Поверхностные и грунтовые воды повсеместно используются человеком, и при этом нарушаются гидроэкологические процессы в них, режим подземных вод. Воды, застойные в течение целых геологических эпох сменяются водами более молодого возраста и иного состава. Очень часто громадные массы подземных вод используются хищнически, создаются новые типы вод: рудничные, заводские и фабричные сточные воды. Почти столетие назад В. И. Вернадский, осмысливая последствия антропогенного воздействия на природные воды, рассматривал эти процессы в глобальном масштабе. Именно с этих позиций в настоящее время представляется возможным оценить уязвимость гидросферы при антропогенном воздействии и разработать кардинальные пути её защиты и оздоровления.

Познание гидросферы и её жизни

В богатейшем научном наследии В. И. Вернадского особенно важное место занимают труды, посвященные живому веществу гидросферы [9]. Химический состав природных вод постоянно испытывает воздействие живого вещества, и чтобы получить ясное представление о химии Мирового океана, по мнению В. И. Вернадского, необходимо, в частности, установить количественный состав биоценозов, представленных в водной среде и определить характер концентрации в ней живого вещества.

Описанный М. Озима [18] анализ глобальной эволюции Земли на основе радиогенных изотопов долгоживущих родительских элементов открыл уникальную возможность осознания эволюции активных процессов в гидросфере. Зародившись в гидросфере, живые организмы лишь 400—130 миллионов лет назад завоевали сушу. Гидросферу планеты Земля составляют оке-

аны, моря, поверхностные воды суши (озера, реки, водохранилища, болота, почвенные воды), льды и снега Арктики и Антарктики. В составе гидросферы на долю пресных поверхностных вод приходится 0,5 млн. км³, или 0,4% общего объема гидросферы. В живых организмах, населяющих планету, содержится 5·10⁻⁵ млн. км³, или 3·10⁻⁴% общего объема гидросферы. Несмотря на сравнительно небольшое количество пресных поверхностных вод, они, тем не менее, играют чрезвычайно важную роль в обеспечении жизни на планете. Воды гидросферы, изменяя своё состояние, постоянно взаимодействуют с атмосферой, земной корой и биосферой и тем самым осуществляют сложный круговорот воды на планете. Вода планеты играет чрезвычайно важную роль в формировании живого вещества (содержание воды достигает 60% у крупных животных, свыше 85% — в растениях и 90,0—99,7% — у гидробионтов). В результате жизнедеятельности организмов на планете перемещаются огромнейшие массы воды.

Круговорот элементов в природных водах В. И. Вернадский называет «вихрем элементов». В результате биохимических процессов из раствора выделяются в осадок молекулы, которые затем включаются в тела водных организмов или же за счет которых происходит гидратация карбонатов, фосфатов и углеводородо-азотистых соединений.

Подчеркивая важность биохимических процессов выделения различных веществ из морской воды, В. И. Вернадский особое внимание обращал на существенную деятельность различных организмов-концентраторов, которые могут накапливать в составе своего тела, помимо кислорода и водорода, кальций, кремний, железо, алюминий, магний, барий, стронций, углерод, йод, бром, калий, бор, фосфор, марганец, серу и другие химические элементы [9]. По В. И. Вернадскому, организмы — концентраторы химических элементов, развиваясь в большом количестве, образуют значительную массу живого вещества и выполняют важную роль в миграции химических элементов в биосфере.

Характерным примером, иллюстрирующим концентрирование химических элементов из морской воды, могут служить микроскопические диатомовые водоросли. При достаточно низкой концентрации кремния в морской воде — порядка $n \cdot 10^{-4}\%$ — в процессе жизнедеятельности диатомовые водоросли накапливают кремний, а после отмирания их клетки, подвергаемые деструкции, оседают на дно. Отложения органогенного кремния в виде гидроокисей покрывают многие сотни тысяч квадратных километров морского дна. Подобные процессы биологического концентрирования наблюдаются и для многих других химических элементов, что дало основание В. И. Вернадскому сформулировать очень важное положение: «Жизнь является основным агентом, создающим химию моря» [13].

Природные воды тесно связаны с твердым веществом земной коры, с ее газовым режимом и с обитающими в них организмами. В. И. Вернадский на основании анализа взаимодействия находящихся в морских водах химических веществ и живого вещества пришел к выводу о необходимости формирования новой научной дисциплины — химической технологии моря, имею-

щей прикладные задачи, направленные на обеспечение человека морской продукцией [10].

Летом 1917 г. В. И. Вернадский проводил исследования на Старосельской биологической станции под Киевом. Он заметил, как вода в небольшой реке неожиданно стала покрываться сплошным ковром водорослей. На основании проведенных наблюдений было подсчитано, что одна клетка фотосинтезирующей микроводоросли в результате размножения делением может, если не встретит препятствий, за восемь дней образовать массу, равную массе Земли, а в последующий час — удвоить эту массу. Так в «цветении» воды проявляется динамическое равновесие глобальных природных процессов.

Гидробионты строят свои тела из веществ, содержащихся в окружающей водной среде. Состав и деятельность морских организмов в значительной мере зависят от химических процессов в океане, который является для них средой обитания и питательным субстратом. Растительный планктон поглощает из воды фосфор, азот, кремний, кальций, углерод, кислород, водород и многие другие элементы и выделяет в процессе фотосинтеза свободный кислород. Планктон со своим химическим составом и общей массой в океане является такой же характерной его чертой, как и солевой состав последнего. Изучая густоту жизни, плёнки и сгущения жизни, образующие области наибольшей трансформации солнечной энергии в океане, можно, по мнению В. И. Вернадского, оценить геохимический эффект живого вещества в гидросфере. По характеру и распределению зелёного живого вещества выделяются области гидросферы, в которых происходит образование основной части свободного кислорода планеты.

Вся поверхность океана пронизана жизнью, в ней продуцируется кислород, который в результате процессов диффузии и конвекции насыщает всю массу воды Мирового океана. Зеленые автотрофные организмы сосредоточены преимущественно в верхних слоях воды на глубине до 100 м. На глубинах более 400 м обитают гетеротрофные организмы, включая бактерий. Поверхность океана населена растительным, хлорофильным планктоном. Местами водоросли в открытом океане образуют огромные плавучие массы. Примером этого может служить Саргассово море, площадь которого превышает 100 000 км².

Не менее важным для гидросферы является развитие гетеротрофных организмов. Жизнь животных, их питание, дыхание и размножение теснейшим образом связаны с распределением зеленой растительности. Огромнейшее разнообразие растительных и животных организмов находится в постоянном движении в водной среде. Образованная ими тончайшая планктонная плёнка, в среднем составляющая $n \cdot 10^{-2}$ всей гидросферы, рассматривается как наиболее активная.

Размножение планктонной плёнки характеризуется ритмичностью, которая зависит от ритмических космического происхождения движений океана — приливов и отливов, от его температуры, солёности, интенсивности испарения и освещения. Планктонные организмы в своем существовании

взаимосвязаны. Донная живая плёнка представлена тонким слоем, в котором местами фауна достигает огромного развития и играет важнейшую роль в химических процессах в океане. Планктон и донная плёнка охватывают всю гидросферу. Представители биоценозов размножаются с перерывами во времени, с определенным ритмом, который отвечает ритму геохимической работы живого вещества.

По мнению В. И. Вернадского, «жизнь остаётся в главных своих чертах в течение геологического времени постоянной, меняется только её форма» [9]. Перемещение живого вещества в гидросфере сопровождается миграцией химических элементов, общая масса которых во много раз превышает массу самих живых организмов. Живое вещество оказывает большое влияние на химический состав Мирового океана. Поэтому непреходящую актуальность сохраняет вывод В. И. Вернадского о том, что химический состав Мирового океана определяется океанской водой, организмами, его населяющими, продуктами их жизнедеятельности, остатками организмов и минеральной терригенной взвесью. Химическая структура гидросферы проявляется как результат «геохимической энергии жизни в её живых плёнках и сгущениях» [9].

В пресных и морских водах возле поверхностной пленки воды были выявлены скопления микроскопических организмов, способных прикрепляться к этой пленке, передвигаться по ней сверху (эпинеuston), или снизу (гипонейстон). В 1917 г. Э. Нейман впервые описал развитие бактерий на поверхностной пленке воды. Позднее в пленке жизни Ю. П. Зайцев [16] выявил микроводоросли, многочисленных беспозвоночных и широкий спектр органических веществ, играющих важную роль в биохимических процессах, метаболизме гидробионтов. Наиболее высокая биологическая продуктивность поверхностного слоя морской воды определяется тем, что именно в нем (1 см) поглощается до 20%, а на глубине до 5 см — 40% солнечной радиации.

Океанические водоросли, формирующие планктонную пленку на площади более 360 млн. км², продуцируют большую часть свободного кислорода, непрерывно поддерживая его содержание в гидросфере и обеспечивая постоянство его содержания в атмосфере. В случае прекращения или заметного снижения фотосинтеза зелеными растениями, в относительно короткое геологическое время наша атмосфера лишилась бы кислорода, что неминуемо повлекло бы за собой катастрофические последствия.

В 1920-е годы В. И. Вернадский выполнил работы по биогеохимии, раскрывающие роль в биосфере живого вещества — совокупности всех живых организмов, существующих на Земле в данный момент, выраженную в элементарном химическом составе, массе и накопленной солнечной энергии. Живое вещество выполняет в биосфере комплекс взаимосвязанных функций, среди которых выделяются: *энергетическая*, формирующая энергетическую составляющую биосферы; *организационная*, обеспечивающая взаимодействие живых существ в экосистемах, гомеостаз и стабильное развитие в меняющихся условиях природной среды; *биохимическая*, охватывающая процессы биотического круговорота, газообмена, транспорта и трансфор-

мации химических элементов и воды; *водотрансформационная*, объединяющая поглощение и выделение воды в процессе жизнедеятельности организмов; *деструкционная*, связанная с жизнедеятельностью организмов, обеспечивающих деструкцию и минерализацию мертвой органической массы и включение свободных химических соединений в биотический круговорот, длящийся без перерыва миллионы лет — от древнейшей археозойской эры до нашего времени. Живое вещество пронизывает гидросферу, сосредотачиваясь в планктоне, бентосе, на дне водных объектов и в шельфовой зоне. В сущности, весь океан проникнут подвижным живым веществом и является главным егоместилищем.

Непреодолимое значение имеют развитые В. И. Вернадским теоретические основы учения о биогенной миграции химических элементов. Общеизвестным является представление о том, что динамическую основу существования жизни на нашей планете составляет совокупность биогеохимических циклов, которые являются незамкнутыми, открытыми. Расчеты показывают, что за весь период существования биосферы полный цикл биологического круговорота вся вода Мирового океана прошла не менее 300 раз, а весь свободный кислород атмосферы — не менее 1 млн. раз [25].

К настоящему времени накоплены многочисленные данные, свидетельствующие о том, что за исторически сравнительно короткий промежуток времени — около 50—100 лет — в антропогенно трансформированных экосистемах континентальных водоемов и многих прибрежных акваторий морей и океанов произошли значительные ранее не наблюдавшиеся изменения в жизнедеятельности водных биосистем. Так, например, в искусственно созданных водоемах-охладителях атомных электростанций (АЭС) Украины в условиях повышенной температуры и особенного гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режима обнаружены виды-инвайдеры и редкие виды (локальные вселенцы). В водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС выявлены ранее не наблюдавшиеся представители диатомовых водорослей — *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compere, зеленых нитчатых водорослей — *Chaetomorpha henningsii* P. Richt., пресноводных губок — *Eunapius carteri* (Bowerbank), кишечнополостных — *Craspedacusta sowerbii* (Lankester); ракушковых раков — *Tyrrhenocythere amnicola*, двустворчатых — *Dreissena polymorpha* (Pallas) и брюхоногих — моллюсков *Theodoxus euxinus* (Clessin) [26]. Последствиями инвазии приведенных видов для техно-экосистем водоемов-охладителей могут быть «цветение» воды и создание биопомех в работе насосного оборудования АЭС [24].

Большие изменения в биогеоценозах произошли в антропогенно трансформированных экосистемах рек. После зарегулирования стока р. Днепра и создания крупных водохранилищ скорость течения уменьшилась с 1,0—1,5 до 0,2—0,5 м/с, а в приплотинных участках — до 0,01 м/с, увеличилась седиментация взвесей, интенсифицировались процессы заиления, и как следствие — исчезли реофильные формы и возросло видовое богатство и численность лимнофильных видов [15, 19—21]. Изменения гидрологического и гидрохимического режима, повышение минерализации воды, интродукция беспозвоночных понто-каспийского солоноватоводного фаунистического комплекса (гаммарид и мизид) для обогащения кормовой базы

рыб и активная инвазия чужеродных беспозвоночных (*Dreissena bugensis* Andr. и др.) привели к существенным изменениям и в структуре фауны рыб. Из акваторий водохранилищ исчезли эволюционно сформированные аборигенные популяции ценных промысловых осетровых рыб (Acipenserida), произошло усиление развития каспийского солоноватоводного вида тюльки *Clupeonella delicatula delicatula* (Nord.) и появились представители бычковых (Gobiidae) [21].

С повышением температуры водной среды в морских экосистемах связывают исчезновение отдельных видов рифообразующих кораллов и уменьшение видового разнообразия рифовых рыб [34]. По мнению некоторых исследователей [35], повышение температуры воды в океане в большей степени может привести к изменениям в жизнедеятельности и численности умеренно-бореальных гидробионтов, а для обитателей, живущих на границе приемлемых условий существования, может стать губительным. Приведенные выше примеры согласуются с законом константности В. И. Вернадского, согласно которому «обычно высокоорганизованные виды вытесняются видами, стоящими на эволюционно более низком уровне» [9].

Таким образом, трудно прогнозируемые изменения в динамике тесно взаимосвязанных абиотических процессов сопровождаются далеко не всегда предсказуемыми изменениями в метаболизме организмов и могут приводить к нарушениям эволюционно сформированных структуры и динамики популяций, межпопуляционных связей, биоразнообразия и жизнедеятельности биогидроценозов.

Гидроэкология — наука о водных экосистемах

В последние десятилетия XX века экологические исследования стали органичным элементом многих научных направлений [14, 17, 21, 28, 31]. Дисциплина «экология» вошла в планы подготовки в высших учебных заведениях специалистов в области естественных наук, технических наук, медицины, сельского хозяйства и др.

Традиционные гидробиологические исследования, проводимые на уровне организмов и их популяций, далеко не всегда соответствовали требованиям системного анализа и комплексных теоретических обобщений структурно-функциональной организации водных экосистем, а также научного обеспечения водохозяйственных проектов, охраны и рационального использования водных и биологических ресурсов водоемов. Необходимость применения экосистемного подхода при характеристике процессов жизни в природных водах стала очевидной, и, в соответствии с логикой научного развития, сформировалась наука о водных экосистемах — гидроэкология. Результаты многолетних исследований и разрозненные данные о внутриводоемных абиотических и биотических процессах, происходящих в наиболее подверженных антропогенному воздействию континентальных водоемах и внутренних морях, на экосистемном уровне были обобщены в фундаментальном труде В. Д. Романенко «Основы гидроэкологии» [22, 23]. Предназначенная для исследователей, преподавателей, аспирантов и студентов вузов,

в учебных программах которых предусмотрены вопросы экологии природных вод, эта книга получила широкое признание.

Экологические исследования заняли ведущее место в изучении природных вод. Гидроэкология — наука о водных экосистемах, особенностях их функционирования в условиях антропогенного воздействия на водные объекты и прилегающие к ним водосборные площади — активно развивается [22—24]. Истоки гидроэкологии как науки лежат в учении В. И. Вернадского о природных водах. Важнейшей задачей гидроэкологии является оптимизация взаимодействия абиотических и биотических компонентов водных экосистем, процессов формирования биологической продуктивности и качества воды.

Гидроэкология изучает влияние хозяйственной деятельности человека на количество и качество природных вод, биологических и других ресурсов, состояние и функционирование водных экосистем в целом как составляющих окружающей природной среды, а результаты таких исследований имеют большое социальное значение.

Как составные части гидроэкологии активно развиваются водная радиоэкология, водная токсикология и другие направления. Особенно значительному антропогенному воздействию подвергаются континентальные водоемы. Важнейшей проблемой современной гидроэкологии является формирование качества воды в различных водных объектах. С решением этого вопроса сопряжено и обеспечение человека качественной питьевой водой. Вторая крайне важная проблема гидроэкологии посвящена изучению биологической продуктивности водоемов. С этим направлением исследований связано решение многих задач рыбного хозяйства, рыбного промысла, рационального использования водных организмов на благо человека.

Основная цель исследований и практической деятельности в области гидроэкологии состоит в научном обосновании путей и способов рационального использования и сохранения природной водной среды и жизни в ней как необходимых условий функционирования биосферы в целом.

Задачи гидроэкологии тесно согласуются с задачами гидрологии, гидрохимии, гидробиологии, физиологии водных организмов, водной токсикологии и радиоэкологии природных вод. В широком спектре теоретических и практических задач, стоящих перед гидроэкологией, определяющее значение приобретают проводимые на экосистемном уровне исследования внутриводоемных процессов, создание информационной базы результатов натурных исследований, установление структуры и закономерностей функционирования биогидроценозов, разработка на основании математического моделирования мероприятий, направленных на минимизацию негативных последствий антропогенного воздействия, оптимизацию водоохранных мероприятий и практического использования ресурсов континентальных водоемов и Мирового океана.

**

Обговорюються ідеї В. І. Вернадського про формування природних вод, процеси, що в них відбуваються, місце і роль природних вод у біосфері. Висвітлюється актуальність вчення В. І. Вернадського для розвитку досліджень проявів життя у континентальних і морських водних об'єктах. Аналізується розвиток гідроекології як науки про водні екосистеми.

**

Paper deals with V. I. Vernadskiy's ideas on forming of the natural waters, processes occurring in them and role of natural waters in forming of biosphere. Importance of V. I. Vernadskiy's doctrine for investigation of development of life in the surface and marine water bodies is elucidated. Development of hydroecology as science of aquatic ecosystems is analyzed.

**

1. Айзатуллин Т.А., Лебедев В.А., Хайлов К.М. Океан. Фронты, дисперсии, жизнь. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 192 с.
2. Биосфера // Биологический энциклопедический словарь. — М.: Сов. энциклопедия, 1986. — С. 69—70.
3. Бугыко М.И. Эволюция биосферы. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 488 с.
4. Вернадский В.И. История минералов земной коры. — Петроград, 1923. — Т. 1, вып. 1. — 376 с.
5. Вернадский В.И. История минералов земной коры. — Л.: Гос. хим.-техн. изд-во, 1927. — Т. 1, вып. 2. — 370 с.
6. Вернадский В.И. История минералов земной коры. История природных вод. — Л.: Госхимтехиздат, 1933. — Т. 2, вып. 1. — 202 с.
7. Вернадский В.И. История минералов земной коры. История природных вод. — Л.: ОНТИ, 1936. — Т. 2, вып. 3. — С. 403—562.
8. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. — М.: Наука, 1977. — 192 с.
9. Вернадский В.И. Живое вещество. — М.: Наука, 1978. — 358 с.
10. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. — М.: Наука, 1987. — 338 с.
11. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. — М.: Наука, 1989. — 262 с.
12. Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. — М.: Наука, 1967. — 212 с.
13. Вульфсон В.И. Вернадский В.И. — основоположник новой науки — химии моря // Океанология. — 1964. — Т. 4, вып. 2. — С. 193—204.
14. Гиляров А.М. Популяционная экология. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. — 192 с.
15. Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. и др. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1989. — 216 с.
16. Зайцев Ю.П. Жизнь морской поверхности. — Киев: Наук. думка, 1974. — 112 с.
17. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. — Л.: Гидрометеоздат, 1989. — 528 с.
18. Озима М. Глобальная эволюция Земли. — М.: Мир, 1990. — 166 с.

19. Оливари Г.А. Закономерности изменения бентоса Днепра в связи с регулированием его стока // Гидробиологический режим Днепра в условиях регулирования стока. — Киев: Наук. думка, 1967. — С. 291—311.
20. Плігін Ю.В., Пархоменко А.О., Железняк Н.І. Антропогенні та природні передумови інвазії чужорідних видів безхребетних в екосистемі водосховищ Дніпра // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: Матеріали Третьої Всеукр. наук. конф., Київ, 15—17 листоп. 2006 р. — К.: Ніка-Центр, 2006. — С. 190—191.
21. Плигин Ю.В., Гончаренко Н.И., Пашкова О.В. и др. Современное распространение фауны каспийского комплекса в Днестре и его водохранилищах // Актуальные проблемы водохранилищ. — Ярославль, 2002. — С. 235—237.
22. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: Підручник. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
23. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии: Учебник для студентов высших учебных заведений. — Киев: Генеза, 2004. — 664 с.
24. Романенко В.Д., Кузьменко М.І., Афанасьев С.О. та ін. Гідроекологічна безпека атомної енергетики в Україні // Вісн. НАН України. — 2012. — № 6. — С. 41—51.
25. Романенко О.В., Костильов О.В. Основы экологии: Навчальний посібник. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 150 с.
26. Силаева А.А., Протасов А.А., Ярмошенко Л.П., Бабарига С.П. Инвазийные виды водорослей и беспозвоночных в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 6. — С. 13—24.
27. Тимофеев-Ресовский Н.В. Биосфера и человечество // Науч. тр. Обнин. отд. геогр. об-ва СССР. — 1968. — Сб. 1, ч. 1 — С. 3—12.
28. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. — 494 с.
29. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. — М.: Наука, 1980. — 277 с.
30. Шестопалов В.М. Керована коеволуція як стратегія подолання глобальної екологічної кризи // Вісн. НАН України. — 2008. — № 5. — С. 3—9.
31. Шилов И.А. Экология. — М.: Высш. шк., 2001. — 512 с.
32. Шилунов Ф.Я. Организованность биосферы. — М.: Наука, 1980. — 291 с.
33. Яншина Ф.Т. Эволюция взглядов В.И. Вернадского на биосферу и развитие учения о ноосфере. — М.: Наука, 1996. — 222 с.
34. Graham N.A.J. Dynamic fragility of oceanic coral reef ecosystem // Proc. Nat. Acad. Sci USA. — 2006. — Vol. 103, N 22. — P. 8425—8429.
35. Frank R.J. Assessing of effects of climate change on aquatic invasive species // Conserv. Biol. — 2008. — Vol. 22, N 3. — P. 568—574.